

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 79400677.5

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 04 B 49/02**  
**F 04 D 9/00**

(22) Date de dépôt: 25.09.79

(30) Priorité: 23.10.78 FR 7830114

(43) Date de publication de la demande:  
30.04.80 Bulletin 80/9

(84) Etats Contractants Désignés:  
CH DE FR GB IT NL SE

(71) Demandeur: L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR  
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES  
GEORGES CLAUDE  
75, Quai d'Orsay  
F-75321 Paris Cedex 07(FR)

(72) Inventeur: Boissin, Jean-Claude  
"Le Hameau Fleuri"  
F-38330 Montbonnot-Saint-Martin(FR)

(74) Mandataire: Leclercq, Maurice et al,  
L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET  
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE  
75, Quai d'Orsay  
F-75321 Paris Cedex 7(FR)

(54) Procédé et dispositif de démarrage d'une pompe à liquide cryogénique.

(57) L'invention concerne le démarrage de pompes.  
Lors d'un essai de démarrage, après mise au froid de la pompe, on mesure en 20 la surpression du liquide par rapport à sa tension de vapeur (NPSH) et on mesure, en 30, la surpression de refoulement entre sortie et entrée de pompe, et ce démarrage n'est entrepris et poursuivi que si, successivement, le NPSH et la surpression de refoulement sont supérieurs à des valeurs de référence.

Application aux pompes pour liquides cryogéniques.

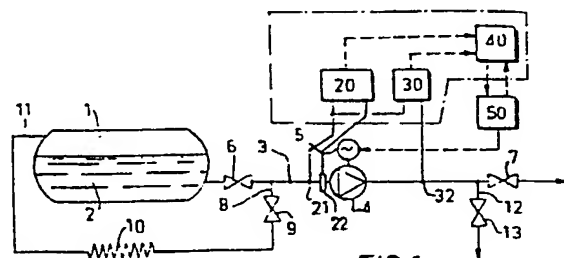


FIG. 1

EP 0 010 464 A1

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de démarrage d'une pompe à liquide cryogénique qui, dans des conditions normales de fonctionnement, doit toujours créer une augmentation de la pression totale d'un fluide entre un orifice d'aspiration et un orifice de refoulement.

Le bon fonctionnement d'une telle pompe nécessite l'existence à l'aspiration d'une surpression par rapport à la pression instantanée de la vapeur en ce point. En l'absence d'une telle surpression, le liquide a tendance à se vaporiser sous l'effet de la dépression créée par la pompe. Il se forme ainsi des bulles de vapeur qui peuvent empêcher "l'amorçage" de la pompe. Une autre conséquence de l'existence de ces bulles de vapeur est le phénomène dit de "cavitation". Ces bulles sont instables et "implosent" ; il en résulte des chocs qui détériorent rapidement la pompe.

C'est pour éviter ces inconvénients (amorçage, cavitation) que le liquide doit être en surpression par rapport à sa tension de vapeur. Cette surpression est généralement désignée par le sigle anglais NPSH qui est l'abréviation de "Net positive Suction Head".

Le NPSH dépend de la pression et de la température du fluide, ce qui, dans le cas d'un fluide froid, nécessite une mise en froid préalable de la pompe pour s'assurer l'existence d'un NPSH suffisant. Pour ce faire, l'utilisateur emploie généralement deux vannes, dont l'une permet de faire monter la pression à l'aspiration et dont l'autre permet de mettre en froid la pompe en faisant circuler du liquide au travers.

Dans la pratique, l'utilisateur estime que le NPSH requis est atteint de différentes façons :

- la plupart du temps par un repère visuel de l'état de givrage de la pompe (par exemple : le givre atteint le milieu des bras-entretroises séparant la pompe du moteur) ;
- en attendant un temps suffisant déterminé par l'expérience ;
- dans les installations les plus perfectionnées, en utilisant une sonde de température.

Lorsque l'utilisateur estime la mise en froid suffisante, il démarre la pompe et vérifie sur le manomètre de refoulement

que l'amorçage se produit effectivement, puis il laisse la pompe fonctionner et l'arrête, lorsque la quantité à transférer est atteinte (estimation résultant de l'examen d'un niveau, d'un compteur, d'une bascule).

5            Cette façon de faire présente les inconvénients suivants :

- 10           - les conditions de démarrage dépendent de l'appréciation de l'opérateur et, de ce fait, sont rarement optimisées (NPSH insuffisant ou attente trop longue). Il en résulte une usure prématurée de la pompe et des pertes de temps. Il y a lieu de noter que, même dans le cas d'utilisation d'une sonde de température, on n'a pas une indication exacte du NPSH, puisque celui-ci dépend à la fois de la pression et de la température.
- 15           - dans le cas d'un démarrage avec un NPSH insuffisant, la pompe ne s'amorce pas et tourne dans de mauvaises conditions jusqu'à ce que l'opérateur l'arrête.
- 20           - Pendant le fonctionnement de la pompe, si un accident survient (NPSH insuffisant, désamorçage), la pompe continue à tourner jusqu'à ce que l'opérateur l'arrête. Si celui-ci s'est éloigné, ou si son attention s'est relâchée, la pompe tourne dans de mauvaises conditions et se détériore.

25           Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients signalés précédemment et de permettre un démarrage à coup sûr de la pompe cryogénique dans de bonnes conditions de fonctionnement ou, si le fonctionnement a lieu dans des conditions non satisfaisantes, un arrêt immédiat de ladite pompe.

30           Selon le procédé de l'invention, on équipe une pompe pour liquide cryogénique d'un dispositif de mesure de la surpression du liquide présent à l'aspiration de la pompe par rapport à sa tension de vapeur, ou NPSH, et d'un dispositif de mesure de la surpression de refoulement par rapport à la pression d'admission, ou de la pression de refoulement de ladite pompe, d'un moyen de comparaison dudit NPSH et de  
35           ladite surpression ou pression de refoulement par rapport à deux valeurs de consigne respectives et ledit moyen commandant un dispositif d'alimentation du moteur de la pompe,

et l'on procède, après mise en froid de la pompe, à des essais de démarrage, qui n'est entrepris que si la valeur mesurée à cet instant du NPSH est supérieure à ladite valeur de consigne et qui n'est poursuivi, au delà d'un bref laps de temps d'essai, que si la surpression de refoulement ou la pression de refoulement est supérieure à sa valeur de consigne.

L'invention concerne également un dispositif mettant en oeuvre ledit procédé.

L'invention sera maintenant décrite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'une installation de pompage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue détaillée d'une forme de réalisation du dispositif de commande automatique du démarrage de la pompe.

En se référant à la figure 1, un réservoir 1 pour un liquide cryogénique 2 est raccordé par une canalisation 3 à un récepteur d'utilisation non représenté, cette canalisation 3 incorpore une pompe cryogénique 4 à moteur d'entraînement 5 et, de part et d'autre de la pompe 4, sont disposées des vannes d'admission 6 et de refoulement 7. Entre la vanne 6 et la pompe 4 est ménagé un conduit de dérivation 8 équipé d'une vanne 9 vers un réchauffeur 10 raccordé par une canalisation 11 à une extrémité haute du réservoir cryogénique 1.

Entre la pompe 4 et la vanne de refoulement 7 est ménagée une seconde dérivation 12 à vanne 13, cette dérivation servant à la mise en froid de la pompe.

On prévoit un dispositif 20 de mesure du NPSH qui peut être constitué de différentes façons, mais qui, dans l'exemple représenté, comprend un pressostat différentiel relié à un dispositif de mesure de pression 21 et un dispositif de mesure de la température 22, effectuant la mesure sur le fluide parcourant la canalisation 3 avant la pompe 4. Dans la forme de réalisation représentée, le dispositif de mesure 22 est ici constitué d'un bulbe gonflé avec un gaz de même nature que le fluide à pomper et à une pression telle qu'à la température ambiante elle soit au moins égale à la pression maximum de service du

réservoir d'alimentation 1 de la pompe. On peut également gonfler le bulbe avec un fluide de nature différente de celui à pomper, mais dont les courbes de tension de vapeur sont voisines (ex. : argon, oxygène) ; dans ce cas, on devra tenir  
5 compte de la différence des tension de vapeur pour le réglage du pressostat différentiel sensible à la différence entre la pression mesurée à l'endroit du dispositif 21 et celle donnée par le bulbe 22.

Outre le dispositif 20 de mesure du NPSH, on prévoit  
10 un dispositif 30 de mesure de la pression différentielle entre l'admission et le refoulement de la pompe 4. Ce dispositif de mesure de pression différentielle prélève les pressions à l'endroit du dispositif 21 utilisé pour le dispositif de mesure du NPSH et à un endroit 32 voisin de l'orifice de refoulement de la pompe 4.  
15

Ces deux dispositifs 20 et 30 de mesure respectivement du NPSH et de la surpression de refoulement agissent sur un dispositif de comparaison 40 qui assure, lorsque les conditions sont requises, la mise en service du dispositif d'alimentation 50 du moteur de la pompe 5 et cela de la façon suivante :  
20

On compare dans le dispositif 40 la valeur des mesures du NPSH et de la surpression de refoulement à des valeurs de consigne et l'on assure la marche et l'arrêt du moteur de la pompe en fonction de la position des valeurs de NPSH et de surpression de refoulement mesurées par rapport aux valeurs de  
25 consigne, tout en tenant compte des ordres de marche et d'arrêt fournis par l'opérateur ou par d'autres dispositifs de contrôle (sécurité incendie, sécurité de température de palier...).

Le dispositif 40 est conçu pour réaliser le fonctionnement suivant :  
30

- l'opérateur effectue les manoeuvres de vannes 7 et 13 nécessaires à la mise en froid de la pompe, puis il appuie sur un bouton de démarrage du dispositif d'alimentation 50 et, à la suite de ces manoeuvres, le dispositif 40 enregistre l'ordre de démarrage et teste la valeur du NPSH :  
35

. Si le NPSH atteint ou dépasse la valeur de consigne, le dispositif 40 donne l'ordre de démarrage au moteur 5. de

la pompe 4 ;

- . Si, dans un bref laps de temps fixé, par exemple 5 secondes, la pression de refoulement n'a pas dépassé la valeur de consigne, le dispositif 40 arrête le moteur de pompe et délivre un signal de défaut ;
- . Si la pression de refoulement a dépassé la valeur de consigne (pompe amorcée), le fonctionnement se poursuit aussi longtemps que le NPSH et la pression de refoulement demeurent supérieurs aux valeurs de consigne respectives et qu'aucun ordre d'arrêt extérieur n'a été donné.

L'arrêt de la pompe est fait manuellement par l'opérateur.

On décrit maintenant, en référence à la figure 2, une forme de réalisation particulière, et plus détaillée sous certains aspects, d'une réalisation selon l'invention concernant une pompe prévue pour refouler 20 m<sup>3</sup>/h d'azote liquide en aspirant dans un réservoir à 0,2 MPa (2 bars absolus) et en refoulant à 1,7 MPa (17 bars absolus). Le dispositif de mesure de NPSH est constitué par un pressostat différentiel dont la prise basse pression est reliée à un tube terminé par une petite capacité scellée, immergée dans la tuyauterie d'aspiration de la pompe au voisinage de la bride d'entrée de celle-ci. Cette capacité est préalablement mise sous vide, puis chargée d'azote gazeux sous 0,3 MPa (3 bars absolus) à la température ambiante. La prise haute pression du pressostat est reliée à la tuyauterie d'aspiration de la pompe au voisinage de la bride d'entrée de celle-ci.

La valeur de consigne de ce pressostat est réglée à 0,04 MPa (0,4 bar) de sorte que, lorsque la tension de vapeur de l'azote à la température de sortie de la pompe est inférieure de plus de 0,04 MPa à la pression de l'aspiration de la pompe, un contact électrique C1 du pressostat se ferme.

Le dispositif de mesure de surpression de refoulement est constitué par un pressostat simple dont la prise de pression est reliée à la tuyauterie de refoulement de la pompe. La consigne de ce pressostat est réglée à 1 MPa (10 bars), de sorte que, lorsque la pression de refoulement de la pompe excède 10 bars, un contact électrique C2 du pressostat se ferme.

Le dispositif automatique 40 réalise les fonctions décrites plus haut. Il est prévu pour s'intercaler dans le dispositif de commande et d'alimentation du moteur 5 de la pompe 4. Ce moteur 5 est alimenté en courant triphasé, les trois phases étant représentées par les lettres R, S et T. Le dispositif de commande de la pompe 50 est schématisé par les boutons-poussoirs marche M et arrêt A agissant sur l'alimentation du relais R4.

On décrit maintenant le fonctionnement du dispositif 40 en rappelant les conventions employées pour les schémas électriques : lorsque les bobines des relais (R1, R2, R3, R4) sont alimentées, les contacts de ces relais se déplacent de droite à gauche ou de haut en bas.

Lorsque l'opérateur appuie sur le bouton marche M, le relais R1 est excité à travers le contact R2b, ce qui provoque la fermeture du contact d'automaintien R1a de ce relais, ainsi que la fermeture des contacts R1b et R1c. Le moteur de la pompe n'est pas alimenté pour autant. L'état précédent se maintient jusqu'à la fermeture du contact extérieur C1 (NPSH). La fermeture du contact C1 provoque l'alimentation du relais R3. Les contacts R3a et R3b se ferment. La fermeture R3b provoque l'alimentation du relais R2 à travers les contacts R1b et R3b.

L'alimentation du relais R2 provoque :

- l'automaintien de ce relais R2 par la fermeture du contact d'automaintien R2a ;
- la fermeture du contact R2c ;
- l'ouverture temporisée (5 secondes) de R2b.

Le moteur 5 de la pompe se trouve alimenté par l'intermédiaire du relais R4 qui est alimenté à travers R1c et R2c.

Si la pompe s'amorce dans les cinq secondes, le contact C2 se ferme et l'alimentation du relais R1 est assurée à travers R1a, R3a, C2. La pompe fonctionne tant que les contacts C1, C2 et A restent fermés.

Si la pompe ne s'amorce pas, le contact C2 ne se ferme pas et, au bout de 5 secondes, le contact R2b s'ouvre.

Le relais R1 n'est plus alimenté, le contact R1c s'ouvre et le moteur 5 de pompe s'arrête.

5 Pendant le fonctionnement de la pompe, l'ouverture de l'un des contacts C1 ou C2 provoque de même l'arrêt de la pompe.

L'invention s'applique au domaine de la distribution des fluides cryogéniques ou frigorifiques.

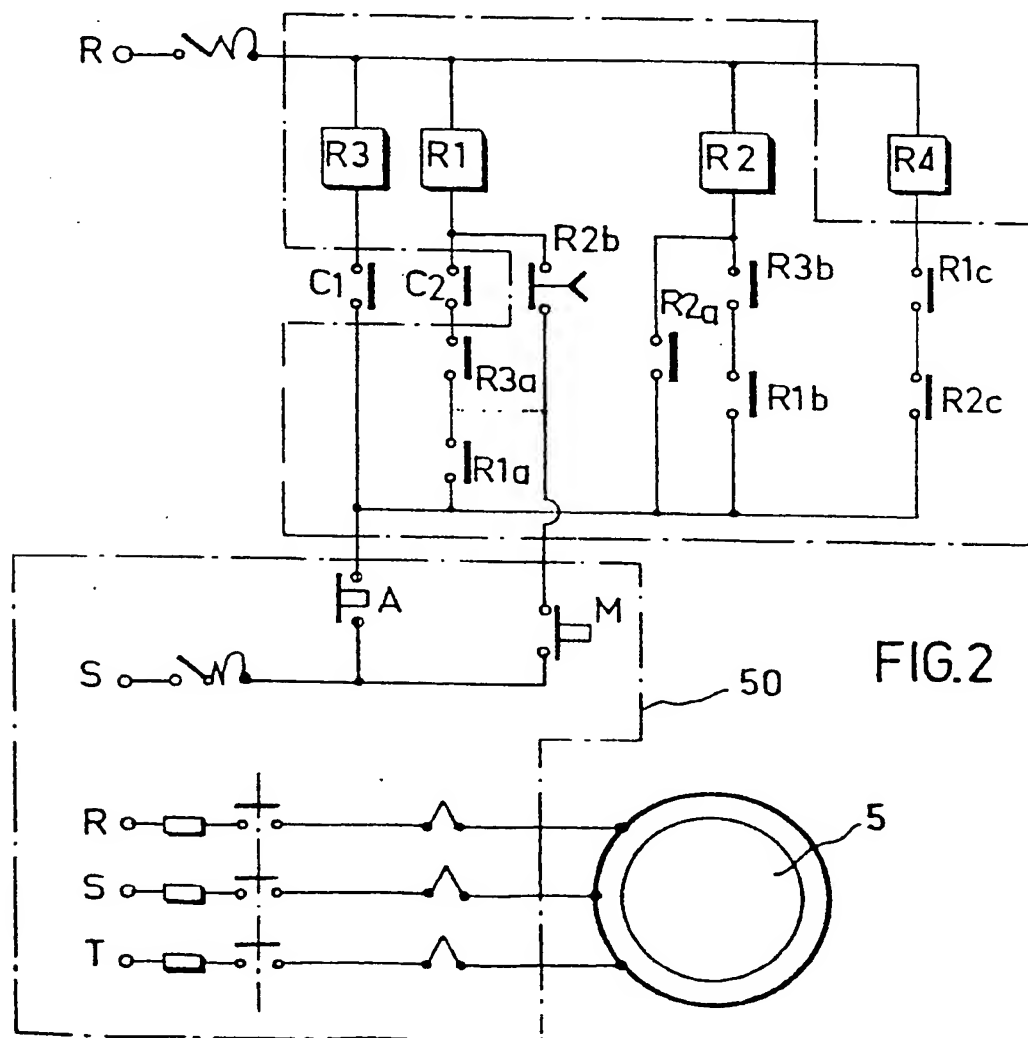
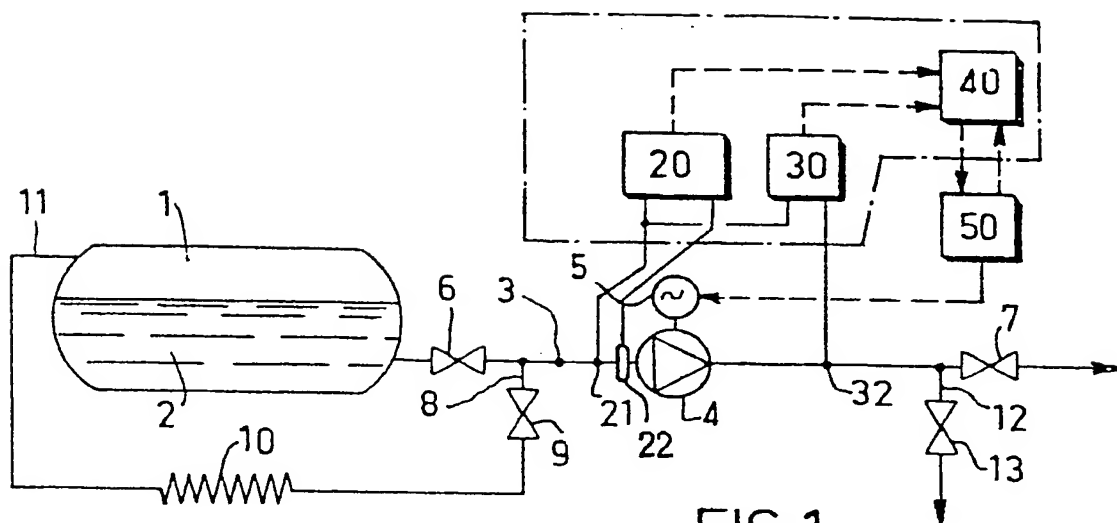


REVERENDICATIONS

1. - Procédé de démarrage d'une pompe pour liquide  
cryogénique, caractérisé en ce qu'on équipe ladite pompe d'un  
dispositif de mesure de la surpression du liquide présent à  
l'aspiration de pompe par rapport à sa tension de vapeur à  
5 l'aspiration, cette surpression étant désignée par NPSH, et  
d'un dispositif de mesure de la surpression de refoulement  
par rapport à la pression d'admission ou de la pression de  
refoulement de ladite pompe, d'un moyen de comparaison dudit  
NPSH et de ladite surpression ou pression de refoulement, par  
10 rapport à deux valeurs de consigne respectives, et d'un moyen  
commandant un dispositif d'alimentation du moteur de la pompe,  
et l'on procède, après mise en froid de la pompe, à des essais  
de démarrage qui n'est entrepris que si la valeur mesurée à cet  
instant du NPSH est supérieure à ladite valeur de consigne et  
15 qui n'est poursuivi au delà d'un bref laps de temps d'essai  
que si la surpression de refoulement est supérieure à sa valeur  
de consigne.

2. - Procédé de démarrage d'une pompe selon la reven-  
dication 1, caractérisé en ce qu'on effectue la mesure du NPSH  
20 par mesure de la pression et de la température du liquide au  
voisinage de la pompe.

3. - Dispositif de démarrage d'une pompe pour liquide  
cryogénique comprenant un dispositif de mesure du NPSH avec mesu-  
re de la pression à l'aspiration et de la température à l'aspi-  
25 ration de ladite pompe, un dispositif de mesure de la surpression  
ou de la pression de refoulement de la pompe, des moyens de compa-  
raison de ces mesures avec des valeurs de consigne, ledit moyen  
de comparaison commandant le dispositif de démarrage du moteur  
de la pompe.





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0010464  
Numéro de la demande  
EP 79 40 0677

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	<u>GB - A - 1 449 852</u> (COPPEN) * En entier *	1	F 04 B 49/02 F 04 D 9/00
	--		
A	<u>DE - A - 1 653 732</u> (K.S.B.) * En entier *	1	
	--		
A	<u>FR - A - 2 374 538</u> (MATERIEL TELEPHONIQUE) * En entier *	1	
	----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3)
			F 04 B F 04 D G 05 D
			CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES
			X: particulièrement pertinent A: arrière-plan technologique O: divulgation non-écrite P: document intercalaire T: théorie ou principe à la base de l'invention E: demande faisant interférence D: document cité dans la demande L: document cité pour d'autres raisons
<input checked="" type="checkbox"/> Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			&: membre de la même famille, document correspondant
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>21-01-1980</b>	Examineur <b>HEINLEIN</b>

OEB Form 1503.1 06.78

THIS PAGE BLANK (USPTO)